

9/9/1

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

008028423 **Image available**

WPI Acc No: 1989-293535/198941

XRPX Acc No: N89-223862

Optical transceiving module for optical-fibre communications - has
single-crystal silicon substrate carrying all optical and opto-electronic
components

Patent Assignee: SIEMENS AG (SIEI)

Inventor: BIALAS J; HORMANN E; KEIL R; SCHMIDTSOD G; SMOLA J; STEINHAUSE K
A; WESTHAUSER E

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 3809396	A	19891005	DE 3809396	A	19880321	198941 B

Priority Applications (No Type Date): DE 3809396 A 19880321

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 3809396	A		6		

Abstract (Basic): DE 3809396 A

The optical transceiver module has support carrying optical and optoelectronic components. The support is a single crystal silicon substrate (SIS) shared by all components and having its two larger surfaces with the 100-plane of the crystal. The substrate is metallised on one surface and has the components mounted on the other surface.

A V-shaped slot (N) is formed in the second surface and holds the end-pieces (SMF) of the optical fibre. The slot extends from the substrate's edge via a widened region (NB) holding a first focussing component (KL1) to an area where an optoelectronic or electrooptical component is located.

ADVANTAGE - Easy to make and small.

1/5

Title Terms: OPTICAL; TRANSCEIVER; MODULE; OPTICAL; FIBRE; COMMUNICATE;
SINGLE; CRYSTAL; SILICON; SUBSTRATE; CARRY; OPTICAL; OPTO; ELECTRONIC;
COMPONENT

Derwent Class: P81; V07; W02

International Patent Class (Additional): G02B-006/42; H04B-009/00

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): V07-G10C; W02-C04

THIS PAGE BLANK (USPTO)

17

H 04 B 10/03 F
21.03.1988

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Off nlegungsschrift
11 DE 3809396 A1

51 Int. Cl. 4:
G 02 B 6/42
H 04 B 9/00
77 H 01 L 27/13

21 Aktenzeichen: P 38 09 396.0
22 Anmeldetag: 21. 3. 88
43 Offenlegungstag: 5. 10. 89

DE 3809396 A1

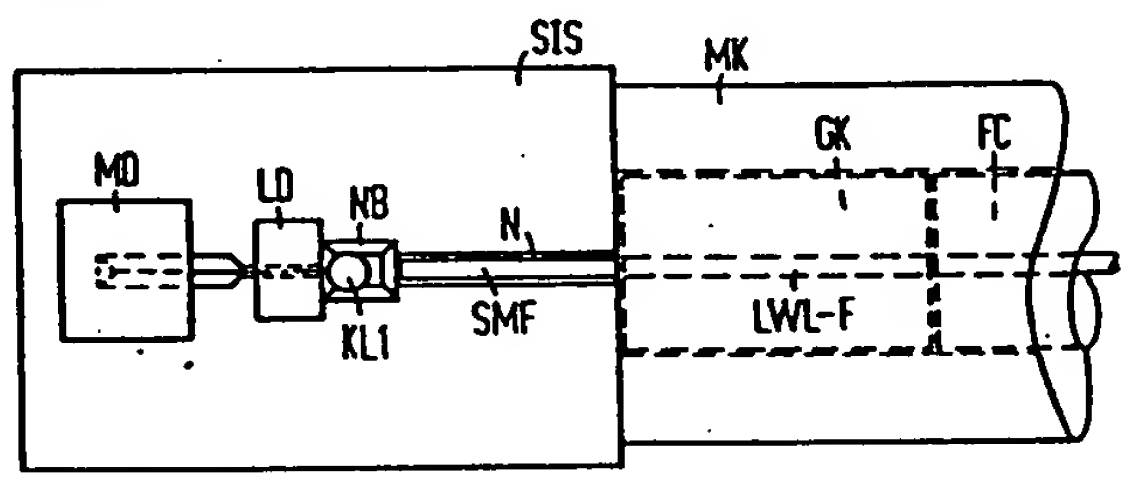
71 Anmelder:
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

72 Erfinder:
Bialas, Joachim, Dr., 8024 Deisenhofen, DE;
Hörmann, Ewald, Dipl.-Ing., 8150 Holzkirchen, DE;
Keil, Rudolf, Dr.; Schmidt-Sodingen, Gisela; Smola,
Jan, Dipl.-Ing.; Steinhauser, Karl-August, Dr.;
Westhauser, Elmar, Dipl.-Phys., 8000 München, DE

54 Optischer Sende- und Empfangsmodul

Im Hinblick auf eine leichtere Herstellbarkeit werden optische Sende- und/oder Empfangsmodule beschrieben, deren einzelne optische, optoelektrische und elektrooptische Komponenten unmittelbar auf einem Siliziumsubstrat angeordnet sind. Das Siliziumsubstrat enthält dazu, von einer Kante ausgehend, eine V-förmige Nut zur Aufnahme eines Endstückes einer Lichtwellenleiterfaser, in einer Nutverbreiterung ist unmittelbar vor einer optoelektrischen oder elektrooptischen Komponente eine Kugellinse angeordnet. Die als optoelektrische und als elektrooptische Komponenten verwendeten Fotodioden und Laserdioden sind mit der optisch wirksamen Oberfläche nach unten auf dem Substrat über einer die Nut abschließenden spiegelnden Kante befestigt. Durch Verwendung eines wellenlängenselektiven Filterplättchens kann auf einem Siliziumsubstrat auch ein kombinierter Sende- und Empfangsmodul aufgebaut werden.

FIG 1



DE 3809396 A1

E

Die Erfindung betrifft einen optischen Sende- und/oder Empfangsmodul entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Optische Sende- und optische Empfangsmodule sowie kombinierte optische Sende/ Empfangsmodule sind in den Endstellen von Nachrichtenübertragungssystemen über Lichtwellenleiter-Fasern angeordnet. Diese Module werden derzeit mikromechanisch aus einzelnen Subeinheiten aufgebaut, die Subeinheiten enthalten dabei jeweils eine optische, optoelektrische, elektrische oder elektrooptische Komponente, wie z. B. eine Laserdiode, eine Linse, eine Faser oder einen Halbleiterchip. Diese Komponenten sind dabei jeweils mikromechanisch auf einem eigenen Zwischenträger befestigt und werden dann, zueinander positioniert, in einem Modulgehäuse fixiert. Dies erfordert viele Einzelteile und damit viele Aufbau- und Justageschritte sowie ein relativ großes Gehäuse. Außerdem ist durch die Größe der Module eine Reihe von Maßnahmen erforderlich, um eine Dejustierung der Koppeloptik bei thermischer Ausdehnung zu minimieren.

Die Aufgabe bei der vorliegenden Erfindung besteht also darin, optische Sende- und/oder Empfangsmodule der eingangs erwähnten Art so weiterzubilden, daß diese — auch im Hinblick auf eine Massenfertigung — bei vergleichsweise kleinen Abmessungen leicht herstellbar sind.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch optische Sende- und/oder Empfangsmodule der eingangs erwähnten Art gelöst, die durch die im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 enthaltenen Maßnahmen weitergebildet sind. Von besonderem Vorteil beim erfindungsgemäßen Aufbau ist die gute Wärmeleitfähigkeit des als Substratmaterial verwendeten Siliziums, durch die der Aufbau von aktiven Komponenten mit größerer Leistungsaufnahme, wie z. B. von Laserdioden ermöglicht wird. Weiterhin kann durch Vorzugsätzen, also Ätzen mit einem hinsichtlich der Kristallebenen unterschiedlich aktivem Ätzmittel, hohe Fertigungsgenauigkeit für das einkristalline Siliziumsubstrat erreicht werden. In den Patentansprüchen 2–6 sind optische Sende- und/oder Empfangsmodule beschrieben, die im Hinblick auf eine leichte Herstellbarkeit entwickelte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen optischen Sende- oder Empfangsmoduls darstellen.

Die Erfindung soll in folgendem mittels in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert werden. Dabei zeigt

Fig. 1 einen Sendemodulteil in der Aufsicht und

Fig. 2 den Sendemodulteil nach Fig. 1 mit einem Gehäuseteil in einer schematischen Darstellung,

Fig. 3 die schematische Darstellung eines Sendemodulteils in Verbindung mit dem für den Lasersender benötigten Treiberverstärker,

Fig. 4 einen Empfangsmodulteil mit PIN-Fotodiode und integriertem Foto-Stromverstärker und

Fig. 5 ein kombiniertes Sende-Empfangsmodulteil für Breitbandanwendung mit einem wellenlängenselektivem Filterplättchen zur Kanaltrennung.

Die Fig. 1 zeigt einen Sendemodulteil mit einer Laserdiode *LD* in Hybrid-integrierter Bauweise auf einem in (100)-Richtung geschnittenen einkristallinen Siliziumsubstrat *SIS*, dieser Sendemodulteil kann durch Einbau in ein Gehäuse zu einem Sendemodul komplettiert werden. An das Siliziumsubstrat *SIS* schließt sich nach rechts die LWL-Faser an, die zur Zugentlastung ein

Stück in einer Metallkapillare *MK* eingeklebt ist. Die Lichtwellenleiter-Faser *LWL-F* ist dabei innerhalb der Metallkapillare auf einer bestimmten Länge mittels einer Glaslot-Kapillare *GK* eingeglast, an die sich ein Kunststoffüberzug, das sogenannte Faser-Coating anschließt. Außerdem ist die Metallkapillare an der Stirnseite an das Siliziumsubstrat angeglast. Innerhalb des Sendemodulteils ist das freigelegte Endstück *SMF* der Lichtwellenleiterfaser in einer geätzten V-förmigen Nut *N* geführt, die von einer schrägen Kante des Siliziumsubstrates *SIS* bis zu einer vor der Laserdiode angeordneten Nutverbreiterung *NB* reicht, in der zur Fokussierung eine erste Kugellinse *KL 1* angeordnet ist.

Im Anschluß an die Nutverbreiterung *NB* ist die Nut in verengter Form bis zu einer ersten Substratteilfläche geführt, auf der sich die Laserdiode *LD* befindet und von da in verbreiteter Form bis zu einer zweiten Substratteilfläche, über der sich eine Monitor-Fotodiode *MD* befindet. Die Laserdiode *LD* ist mit dem Laserkanal nach unten auf der ersten Substratteilfläche angeordnet, die Monitor-Fotodiode *MD* erhält einen Teil des erzeugten Laserlichts über den hinteren Laserspiegel. Die Monitor-Fotodiode *MD* ist über einer rechtwinklig zur Nut angeordneten verspiegelten Kante mit der optisch wirksamen Oberfläche nach unten angeordnet. Zur Befestigung der Laserdiode *LD* sowie der Monitor-Fotodiode *MD* sind auf der ersten und der zweiten Substratteilfläche goldhaltige Metallschichten angeordnet, das Faserendstück *SMF* sowie die erste Kugellinse *KL 1* sind mittels Glaslot auf dem Siliziumsubstrat befestigt. Die notwendige Glaslotfläche ist dabei durch maskiertes Aufbringen erzeugt, eine entsprechende Struktur kann aber auch durch Ätzen nach einem ganzflächigen Auftrag erzeugt werden. Das Siliziumsubstrat *SIS* nimmt eine Fläche von wenigen mm² ein, die Anordnung der Komponenten erfolgt auf einer Oberflächenseite während die andere Oberflächenseite zur Kontaktierung metallisiert ist. Die Oberflächenseiten stimmen mit der (100)-Ebene des Siliziumeinkristalls überein.

In der Fig. 2 ist der Sendemodulteil nach Fig. 1 in einem geöffneten Modulgehäuse *G* dargestellt. Die Metallkapillare *MK* mit der Lichtwellenleiter-Faser ist in einer Gehäusewandung an der Stelle montiert, an der im Gehäuseinneren die V-förmige Nut *N* auf dem Siliziumsubstrat *SIS* beginnt. Erkennbar sind im Anschluß an die Nut *N* die erste Kugellinse *KL 1*, die Laserdiode *LD* und die Monitor-Fotodiode *MD*. Weiterhin sind die Anschlußpins *AP* erkennbar, die das isolierende Gehäuse *G* durchdringen und zur Stromzuführung dienen, außerdem ist mit dem Gehäuseboden ein Kühlflansch *KF* zur Wärmeabführung verbunden.

Die Herstellung der Anordnung nach Fig. 2 erfolgt in der Weise, daß von einer großflächigen einkristallinen Siliziumscheibe ausgegangen wird, in die durch Vorzugsätzen, also Ätzen mit einem hinsichtlich der Kristallrichtungen unterschiedlich aktivem Ätzmittel, eine Vielzahl von Nutstrukturen eingebracht sind. Danach erfolgt das Aufbringen der Metallschichten für die elektrische Verbindung der Laserdiode und der Monitor-Fotodiode und das Aufbringen der zur Befestigung der Kugellinsen und der Faserendstücke erforderlichen Glaslotschichten. Im Anschluß daran wird die Siliziumscheibe in einzelne Streifen getrennt, die jeweils eine Reihe Siliziumsubstrate *SIS* umfassen. Auf diese Siliziumsubstrate werden die Kugellinsen und die Faserendstücke eingeglast. Danach erfolgt das Vereinzeln der Siliziumsubstrate und der Einbau in ein Gehäuse *G*, sowie die Verbindung zwischen den Anschlußpins *AP* und

den auf dem Siliziumsubstrat befindlichen Metallschichten. Anschließend daran erfolgt das Justieren und Einbauen der Monitor-Fotodiode, der Laserdiode sowie ein abschließendes Einbrennen. Nach einer optischen und elektrischen Prüfung des nunmehr funktionsfähigen Laser-Sende-Moduls wird dieser verschlossen und steht für weitere Prüfung und Messungen zur Verfügung.

Im Hinblick auf eine möglichst große Lichteinkopplung in die Lichtwellenleiter-Faser ist die Laserdiode *LD* möglichst genau zu justieren. Eine erste Möglichkeit zur Laserjustierung besteht dabei im inversen Betrieb der Laserdiode als Fotodiode unter Einkopplung einer zusätzlichen Lichtquelle über das Endstück *SMF* und Einstufung auf maximalen Fotostrom. Dieses Verfahren funktioniert besonders gut bei Laserdioden mit guter seitlicher Wellenführung, wie z. B. bei BH-Laserdioden, von Nachteil ist jedoch die Notwendigkeit eines elektrischen Anschlusses an die Laserdiode. Eine weitere Möglichkeit der Laserjustierung besteht darin, daß z. B. mittels einer Fernsehkamera die Nahfeldverteilung des Lichtes am rückwärtigen Laserspiegel beobachtet wird und die Laserdiode auf die zu erwartende Nahfeldverteilung bei Lichtführung im Laserkanal justiert wird. Dieses Justierverfahren ist ohne elektrischen Anschluß an die Laserdiode möglich, setzt jedoch eine Beobachtungsmöglichkeit für den hinteren Laserspiegel voraus. Eine dritte Möglichkeit zur Laserjustierung macht sich die Durchlässigkeit der verwendeten Halbleitermaterialien für infrarotes Licht zunutze. Bei diesem Verfahren wird die Streulichtverteilung in der Laserdiode durch eine Infrarotkamera beobachtet, da bei optimaler Ankopplung des Endstückes an den Laserkanal das Streulicht auf einen schmalen Kanal begrenzt ist.

Zur Erhaltung der hochwertigen optischen Oberflächen wird das Gehäuse *G* durch einen Deckel hermetisch dicht verschlossen. Bei Verwendung eines metallisierten Keramikgehäuses kann dabei der Deckel und die Metallkapillare *MK* dichtgelötet werden. Die Faserdurchführung in der Metallkapillare wird durch das Glaslot abgedichtet.

In der Fig. 3 ist ein mit einer Laserdiode *LD* bestückter Sende-Modul-Teil dargestellt, der im Hinblick auf die Anwendung in Nachrichtenübertragungsstrecken mit Bitraten im Gigabitbereich sehr kurze elektrische Verbindungsleitungen zwischen der verwendeten Laserdiode *LD* und der dafür benötigten Treiberstufe *TS* aufweist. Die Anordnung nach der Fig. 3 enthält wiederum auf einem Siliziumsubstrat *SIS* eine Nut *N*, die von einer Kante des Substrates aus in Richtung auf die Laserdiode in das Substrat geätzt wurde und das Endstück *SMF* der Lichtwellenleiterfaser aufnimmt. In der Nutverbreiterung befindet sich wiederum die erste Kugellinse *KL 1*, im Anschluß an die Nutverbreiterung *NB* setzt sich die Nut bis zu einer Substratteilfläche fort, über der die Laserdiode mit dem Laserkanal nach unten über einer verspiegelten Kante angeordnet ist. Auf die Verwendung einer Monitor-Fotodiode zur Laserregelung wurde in diesem Fall verzichtet. Auf einem parallel zur Nut angeordneten Teil der Siliziumsubstratoberfläche *SIS* wurde ein monolithisch integrierter Halbleiterchip *TS* aufgebracht, der die Treiberstufe für die Laserdiode enthält und mit dieser durch aufgebondete Drähte verbunden ist. Anstelle der Auskopplung des Lichts nach unten kann die Laserdiode — und auch eine Empfangsdiode mit einem ähnlichen Lichtkanal wie die Laserdiode — so angeordnet werden, daß die Auskopplung oder die Einkopplung des Lichts über eine senkrecht zur Substratoberfläche liegende Fläche erfolgt.

In der Fig. 4 ist der wesentliche Teil eines Empfangsmoduls dargestellt, der für Nachrichtenverbindungen mit Bitraten im Gigabitbereich einsetzbar ist. Wie bei der Fig. 3 ist auch in diesem Falle in das Siliziumsubstrat *SIS*, von einer Kante ausgehend, eine Nut eingezt und in dieser das Faserendstück *SMF* befestigt. Die Nut wird durch die Nutverbreiterung *NB* mit der ersten Kugellinse *KL 1* unterbrochen, die Nut setzt sich daran anschließend bis zu einer Substratteilfläche fort, über der eine PIN-Fotodiode *PD* mit der optisch wirksamen Oberfläche nach unten angeordnet ist. Unter der optisch wirksamen Oberfläche der Fotodiode *PD* endet die Nut an einer zu dieser rechtwinkligen und verspiegelten Kante, durch die das Licht von der waagerechten in die senkrechte Ausbreitungsrichtung umgelenkt wird. Parallel zur Nut *N* befindet sich auf dem Siliziumsubstrat *SIS* ein schneller Fotostromverstärker *FV*, der als monolithisch integrierter Halbleiterchip aufgebaut ist und durch gebondete Drähte mit der Fotodiode *BD* verbunden ist.

Die Treiberschaltung *TS* nach der Fig. 3 sowie der Fotostromverstärker *FV* nach der Fig. 4 sind mit im Gehäuse befestigten Anschlußpins elektrisch verbunden, wie dies beispielsweise in der Fig. 2 erkennbar ist.

In der Fig. 5 ist der wesentliche Teil eines kombinierten Sende-Empfangsmoduls dargestellt, wie er beispielsweise für breitbandige ISDN-Verbindungen verwendbar ist. Auf dem Siliziumsubstrat *SIS* ist wiederum, von einer Kante ausgehend, eine erste Nut *N 1* eingezt, die zur Aufnahme des Faserendstückes *SMF* dient. An die erste Nut *N 1* schließt sich die Nutverbreiterung *NB* mit der ersten Kugellinse *KL 1* an, hinter der im Lichtweg ein wellenlängenselektives Filterplättchen *FP* angeordnet ist, das für das örtlich erzeugte Laserlicht durchlässig ist. In Verlängerung der ersten Nut *N 1* bzw. der Nutverbreiterung *NB* befindet sich eine zweite Nut *N 2*, an deren Ende, unmittelbar vor der Laserdiode *LD* eine zweite Kugellinse *KL 2* angeordnet ist. Am rückwärtigen Ende der Laserdiode geht die zweite Nut *N 2* in eine dritte Nut *N 3* über, die in einer verspiegelten Kante endet und optisch den rückwärtigen Laserspiegel in der bereits beschriebenen Weise mit der Monitor-Fotodiode *MD* verbindet.

Für das Empfangslicht ist das Filterplättchen *FP* als Spiegel wirksam und lenkt das die erste Kugellinse *KL 1* verlassende Empfangslicht um 90° zur Fotodiode *BD* um, bei der es sich, wie bei der Anordnung nach der Fig. 4, um eine PIN-Fotodiode handelt. Für das von der Laserdiode *LD* erzeugte Licht ist das Filterplättchen durchlässig, so daß dieses Licht über die erste Kugellinse *KL 1* in das Faserendstück eingekoppelt wird. Zusätzlich sind auf dem Siliziumsubstrat *SIS* noch zwei integrierte Halbleiterchip angeordnet, die in unmittelbarer Nachbarschaft zur Fotodiode *PD* bzw. zur Laserdiode *LD* angeordnet sind, und einen Fotostromverstärker bzw. eine Laser-Treiberstufe enthalten.

Der kombinierte Sende-Empfangsmodul nach der Fig. 5 kann besonders vorteilhaft für bidirektionale Nachrichtenübertragung beispielsweise in ISDN-Breitbandnetzen verwendet werden. Bei größeren Ansprüchen an die optische Nebensprechdämpfung wird die PIN-Fotodiode *PD* durch eine speziell ausgebildete Fotodiode ersetzt, die auf ihrer optisch wirksamen Oberfläche zusätzlich ein Sperrfilter für das von der örtlichen Laserdiode *LD* erzeugte Licht aufweist.

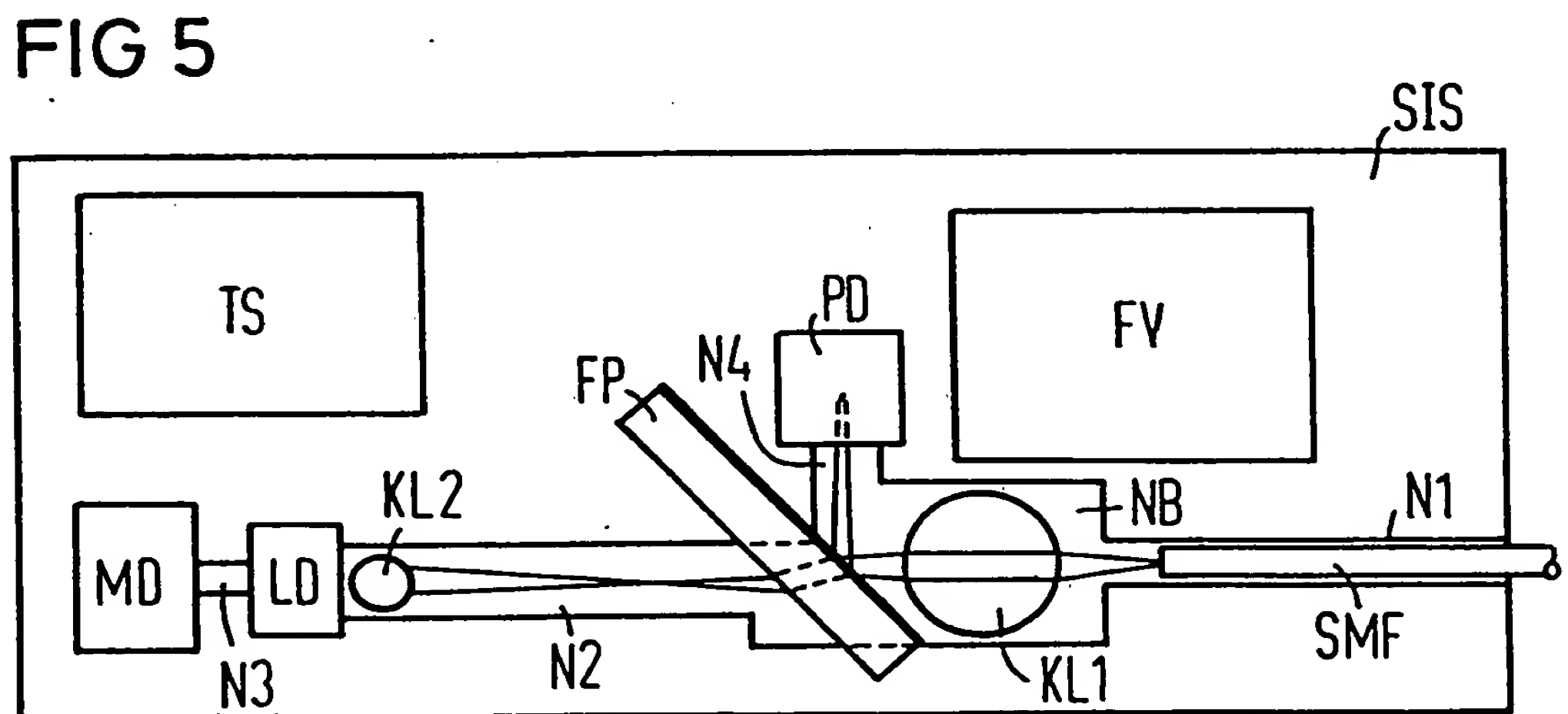
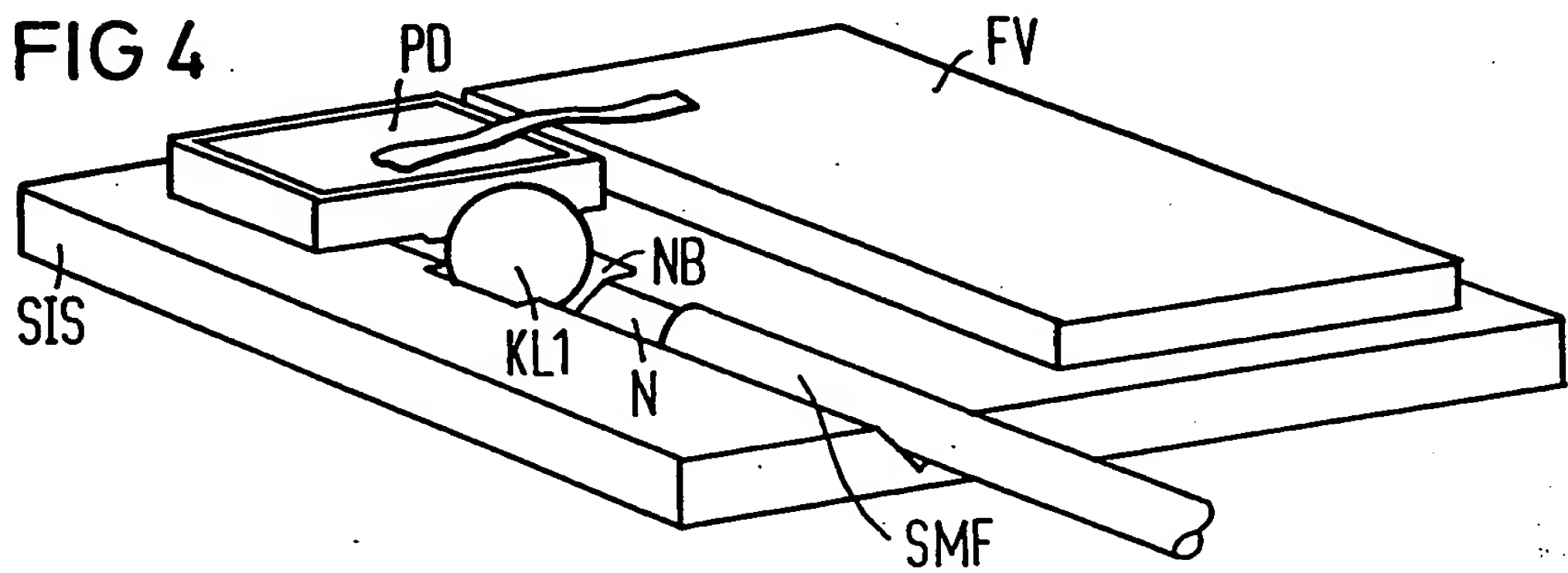
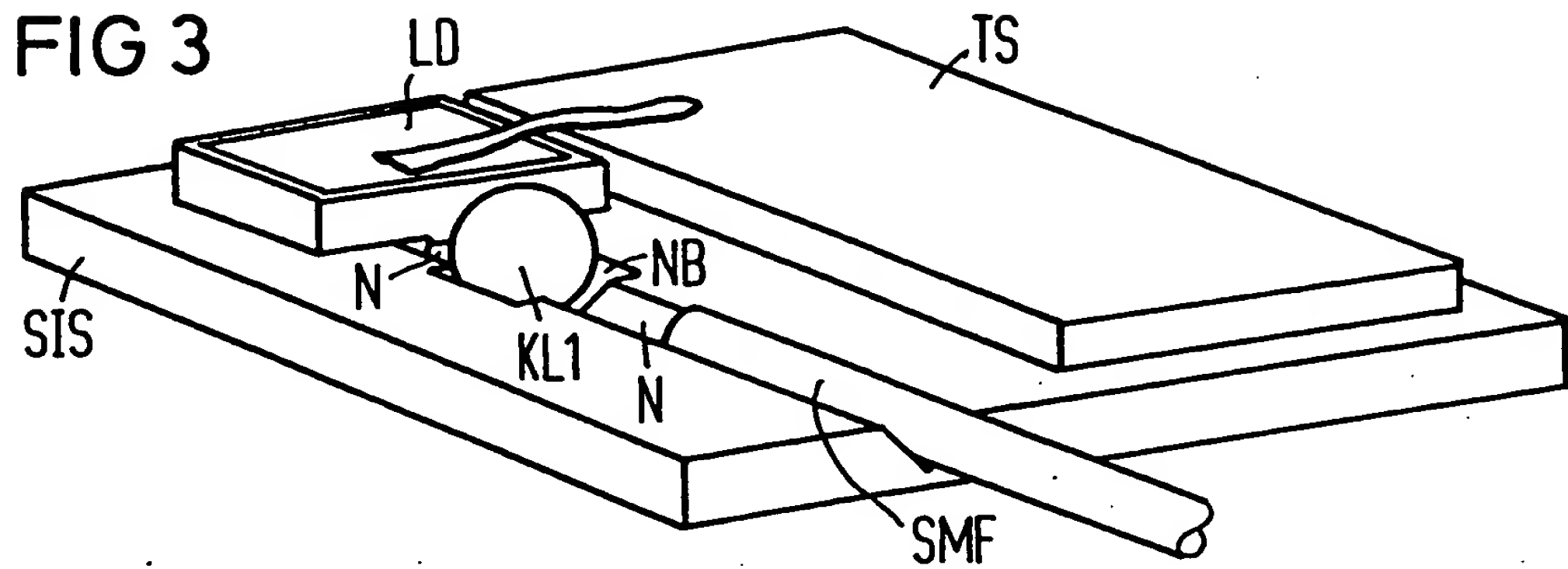
1. Optischer Sende- und/oder Empfangsmodul einer Nachrichtenübertragungsstrecke mit LWL-Fasern, mit einem, in einem Gehäuse angeordneten 5
quaderförmigen Trägerkörper, auf dem neben optischen auch optoelektrische und/oder elektrooptische Komponenten angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet,
daß es sich bei dem Trägerkörper um ein für alle 10
Komponenten gemeinsames einkristallines Siliziumsubstrat (*SIS*) handelt, dessen beide größere Oberflächenseiten mit der (100)-Ebene des Siliziumeinkristalls übereinstimmen,
daß dieses Siliziumsubstrat (*SIS*) auf einer ersten 15
Oberflächenseite metallisiert ist und auf einer zweiten Oberflächenseite die Komponenten angeordnet sind,
daß von der zweiten Oberflächenseite aus in das Siliziumsubstrat (*SIS*) eine V-förmige Nut (*N*) zur 20
Aufnahme des Endstückes (*SMF*) einer LWL-Faser eingearbeitet ist,
daß sich diese Nut (*N*) von einer Kante des Siliziumsubstrates (*SIS*) über eine Nutverbreiterung (*NB*) zur Aufnahme einer ersten fokussierenden 25
Komponente (*KL 1*) bis zu einer Substratteilfläche erstreckt, auf der wahlweise eine optoelektrische oder eine elektrooptische Komponente angeordnet ist.
2. Optischer Sende- und/oder Empfangsmodul nach 30
Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Nut (*N*) zur Aufnahme des Endstückes (*SMF*) der LWL-Faser und die Nutverbreiterung (*NB*) durch Vorzugsätzen in der kristallografischen (011)- oder (01-1) -Richtung in das Siliziumsubstrat (*SIS*) eingearbeitet sind. 35
3. Optischer Sende- und/oder Empfangsmodul nach Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Nut (*N*) im Anschluß an die Nutverbreiterung (*NB*) weiter fortsetzt und dort in eine rechtwinklig zur Nut angeordnete verspiegelte Kante 40
übergeht, die einen vorbestimmten Winkel zur Oberfläche des Siliziumsubstrates (*SIS*) aufweist und über der, der Kante zugewandt, die optisch wirksame Oberfläche der optoelektrischen oder elektrooptischen Komponente (*LD*, *PD*) angeordnet ist. 45
4. Optischer Sende- und/oder Empfangsmodul dadurch gekennzeichnet, daß ein aktiver Kanal der elektrooptischen oder optoelektrischen Komponente (*LD*, *PD*) über der Nut (*N*) liegt und die Ein- oder Auskopplung des Lichts über eine senkrecht zur Substratoberfläche liegende Fläche erfolgt. 50
5. Optischer Sende- und/oder Empfangsmodul nach Ansprüchen 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß 55
eine Kugellinse als erste fokussierende Komponente (*KL 1*) sowie das Endstück (*SMF*) der LWL-Faser in der Nutverbreiterung bzw. der Nut mittels Glaslot befestigt sind.
6. Optischer Sende- und Empfangsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine erste Teilnut (*N 1*) mit einem Faserendstück (*SMF*) sich von der Kante des Siliziumsubstrates (*SIS*) bis zur Nutverbreiterung (*NB*) erstreckt, daß die Nutverbreiterung (*NB*) im Strahlengang nach der ersten Kugellinse (*KL 1*) ein wellenlängenselektives Filterplättchen (*FP*) enthält, durch das vom Faserendstück (*SMF*) abgegebenes 60
65

Licht rechtwinklig zu einer Fotodiode (*PD*) reflektiert wird, daß sich im Anschluß an die Nutverbreiterung (*NB*) eine zweite Teilnut (*N 2*) in der Verlängerung der ersten Teilnut (*N 1*) bis zu einer Laserdiode (*LD*) mit vorgesetzter zweiter Kugellinse (*KL 2*) erstreckt, daß die Laserdiode (*LD*) ein in der Wellenlänge zum vom Faserendstück (*SMF*) abgegebenen Licht unterschiedliches Licht erzeugt, daß sich die zweite Teilnut (*N 2*) als vergleichsweise schmaler Kanal unter dem Laserkanal der Laserdiode (*LD*) fortsetzt und daß sich an diesen Kanal eine dritte Teilnut (*N 3*) anschließt, die durch eine rechtwinklige verspiegelte Kante abgeschlossen wird, über der die optisch wirksame Oberfläche der Monitor-Fotodiode (*MD*) angeordnet ist.

3809396

2/2

12*



3809396

1/2

M

FIG 1

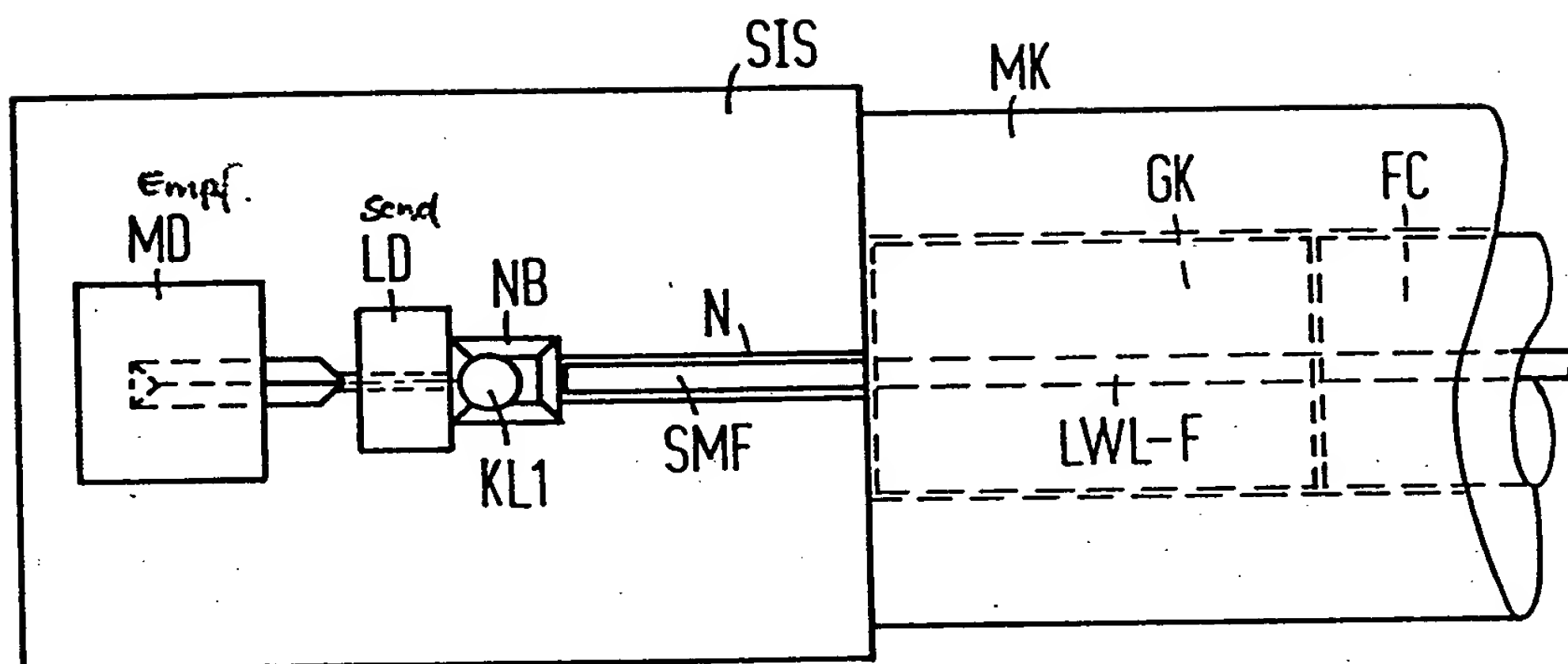


FIG 2

